

# Coaxial reflected-light bright-field illumination for stereomicroscopes

**Patent number:** DE3327672  
**Publication date:** 1985-02-14  
**Inventor:** WEBER KLAUS DR (DE)  
**Applicant:** ZEISS CARL FA (DE)  
**Classification:**  
- international: G02B21/12; G02B21/22  
- european: G02B21/08B; G02B21/12; G02B21/22  
**Application number:** DE19833327672 19830730  
**Priority number(s):** DE19833327672 19830730

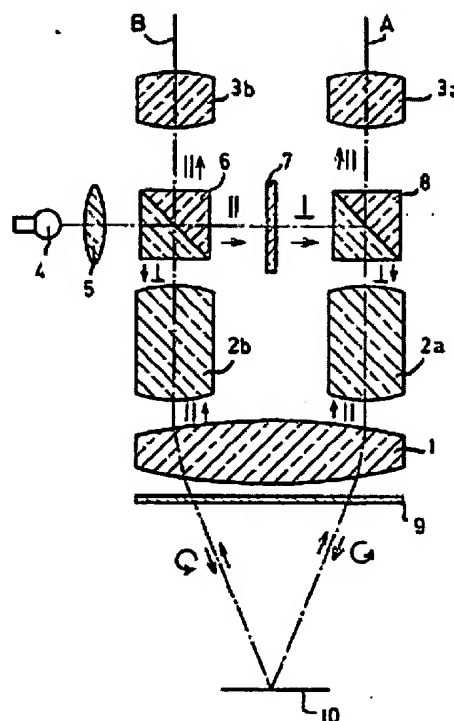
Also published as:

CH664445 (A5)

Report a data error here

## Abstract of DE3327672

The reflected-light bright-field illumination has only a single light source (4) for supplying both stereo channels (A, B). This is achieved by using polarising beam splitters (6, 8) from which the light is reflected into the observation beam paths. One component of the components which emerge from the directly illuminated, first beam splitter (6) and are separated after their polarisation is already reflected from the first beam splitter (6) into one stereo channel (B), while the second component traverses a lambda/2 plate (7) arranged in a free passage between the stereo channels (A, B), experiences there a rotation of its direction of polarisation by 90 DEG, and is subsequently completely reflected from a second polarisation-selective beam splitter (8) into the other stereo channel (A) (Fig. 1).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

This Page Blank (uspto)



DEUTSCHES  
PATENTAMT



DE 3327672 A1

71 Anmelder:  
Fa. Carl Zeiss, 7920 Heidenheim, DE

72 Erfinder:  
Weber, Klaus, Dr., 7923 Königsbrunn, DE

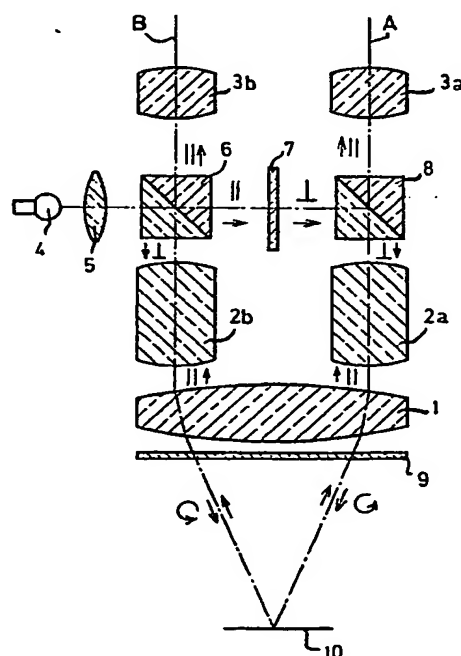
Schöndenschein

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Koaxiale Auflicht-Hellfeldbeleuchtung für Stereomikroskope

Die Auflicht-Hellfeldbeleuchtung besitzt nur eine einzige Lichtquelle (4) zur Versorgung beider Stereokanäle (A, B). Erreicht wird dies durch die Verwendung polarisierender Strahlteiler (6, 8), von denen das Licht in die Beobachtungsstrahlengänge eingespiegelt wird.

Von den aus dem direkt beleuchteten, ersten Strahlteiler (6) austretenden, nach ihrer Polarisation getrennten Komponenten wird eine Komponente schon vom ersten Strahlteiler (6) in den einen Stereokanal (B) eingespiegelt, während die zweite Komponente eine in einem freien Durchgang zwischen den Stereokanälen (A, B) angeordnete  $\lambda/2$ -Platte (7) durchläuft, dort eine Drehung ihrer Polarisationsrichtung um  $90^\circ$  erfährt und anschließend vollständig von einem zweiten polarisationsselektiven Strahlteiler (8) in den anderen Stereokanal (A) eingespiegelt wird (Fig. 1).



## Patentansprüche:

1. Koaxiale Auflicht-Hellfeldbeleuchtung für Stereomikroskope mit polarisierenden Strahlteilern zur Einspiegelung der Beleuchtung in den Beobachtungsstrahlengang und einer die Polarisationsrichtung des Lichts bei zweimaligem Durchgang um  $90^\circ$  drehenden Einrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß im Lichtweg hinter dem zweiten, nicht mit dem Beobachtungsstrahlengang zusammenfallenden Ausgang des ersten, von einer Lichtquelle (14) beleuchteten Strahlteilers (6, 16, 26) eine die Polarisationsrichtung bei einmaligem Durchgang um  $90^\circ$  drehende, sogenannte  $\lambda/2$ -Platte (7, 17, 27) und darauffolgend der Eingang des zweiten Strahlteilers (8, 18, 28) angeordnet ist.
2. Koaxiale Auflicht-Hellfeldbeleuchtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß hinter dem zweiten, nicht mit dem Beobachtungsstrahlengang zusammenfallenden Ein- bzw. Ausgang des zweiten Strahlteilers (18) eine Projektionseinheit zur Überlagerung des Zwischenbildes mit Zusatzzeichen angeordnet ist.
3. Koaxiale Auflicht-Hellfeldbeleuchtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß hinter dem zweiten, nicht mit dem Beobachtungsstrahlengang zusammenfallenden Ein- bzw. Ausgang des zweiten Strahlteilers (28) ein Phototubus angeordnet ist.
4. Koaxiale Auflicht-Hellfeldbeleuchtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Strahlteiler beweglich gelagert ist und mittels einer Handhabe aus dem Strahlengang entfernbar ist.
5. Koaxiale Auflicht-Hellfeldbeleuchtung nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch einen anstelle des Strahlteilers (28) in den Strahlengang einbringbares, den Beobachtungsstrahlengang in einen Phototubus (22) einspiegelndes Bauelement (31).
6. Koaxiale Auflicht-Hellfeldbeleuchtung nach Anspruch 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß die polarisierenden Strahlteiler (16, 18) und die  $\lambda/2$ -Platte (17) zu einem Bauteil (11) zusammengekittet sind.

5

Firma Carl Zeiss, 7920 Heidenheim (Brenz)

10

15

Koaxiale Auflicht-Hellfeldbeleuchtung  
für Stereomikroskope

20

25

30

35

83022 P

83022 G

Koaxiale Auflicht-Hellfeldbeleuchtung für Stereomikroskope

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung für Stereomikroskope mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

5

Koaxiale Auflicht-Hellfeldbeleuchtungen für Stereomikroskope sind oft nach Art eines sog. "Antiflex"-Systems aufgebaut, d.h. sie arbeiten mit polarisiertem Licht und enthalten Analysatoren, die unerwünschtes, aufgrund von Reflexen an den Linsenflächen der Optik hervorgerufenen Streulicht abblocken.

Solche Beleuchtungseinrichtungen sind beispielsweise in der US-PS 34 05 990, der DE-AS 12 79 367, der DE-AS 28 47 962 und der DE-OS 30 06 373 beschrieben. Allen diesen bekannten Beleuchtungseinrichtungen gemeinsam ist die Verwendung zweier separater Lichtquellen, deren Strahlungsleistung jedoch nur sehr unvollkommen zur Objektbeleuchtung ausgenutzt wird.

So gelangen bei den in den drei erstgenannten Schriften beschriebenen Beleuchtungseinrichtungen bedingt durch Verluste im Polarisator und an den zweimal durchlaufenen Teilerspiegeln nicht einmal  $1/8$  des vom Lampenkollektor aufgenommenen Lichtes zum Beobachter.

Das in der DE-OS 30 06 373 beschriebene System verwendet für die Einspiegelung von bereits vorher polarisiertem Licht in den Beobachtungsstrahlengang polarisationsselektive Strahlteiler, um den Wirkungsgrad der Beleuchtungseinrichtung zu erhöhen. In dem angegebenen Wert von 80% für den Wirkungsgrad ist jedoch der Lichtverlust an dem vor dem Strahlteiler angeordneten Polarisator unberücksichtigt geblieben. Bezieht man diesen Lichtverlust in die Rechnung ein, so ergibt sich für die in der OS 30 06 373 beschriebene Beleuchtungseinrichtung ein maximaler Wirkungsgrad von deutlich unter 50%.

Aus der US-PS 35 12 860 ist eine Auflicht-Hellfeldbeleuchtung für Stereomikroskope beschrieben, die mit einer einzigen Lichtquelle arbeitet. Dort werden die beiden Beleuchtungsstrahlenbündel durch geometrische Pupillenteilung mit Hilfe eines speziellen Doppelkollektors erzeugt.

Die Anordnung der Polarisatoren und Strahlteiler für das Antiflex-System entspricht jedoch im wesentlichen dem bereits aus der DE-AS 12 79 367 bekannten Aufbau, so daß auch hier der Wirkungsgrad der Beleuchtungseinrichtung unter 12% liegt. Der größte Teil des Lichts wird also in den Polarisatoren und an den Gehäusewänden hinter den Teilerspiegeln in unerwünschte und für die Optik schädliche Wärme umgesetzt.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine möglichst einfach aufgebaute, koaxiale Auflicht-Beleuchtung für Stereomikroskope mit möglichst hohem Wirkungsgrad zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch eine Ausbildung gemäß den im Kennzeichen des Hauptanspruches genannten Merkmalen gelöst.

Der mit diesem Aufbau erzielte Vorteil ist darin zu sehen, daß nur eine einzige, für beide Stereokanäle gemeinsam benutzte Lichtquelle benötigt wird, deren Lichtleistung je nach Güte der polarisierenden Teilerschicht nahezu vollständig ausgenutzt wird. Der erste polarisierende Strahlteiler wird also von der Lampe ohne Vorpolarisation direkt beleuchtet und das nicht in den ersten Stereokanal eingespiegelte Licht, das aus dem zweiten Ausgang des Strahlteilers austritt, wird nach Drehung der Polarisationsrichtung an der  $\lambda/2$ -Platte von dem ebenfalls polarisierenden, zweiten Strahlteiler in den ihm zugeordneten zweiten Stereokanal eingespiegelt. Auf diese Weise wird das zur Verfügung stehende Licht optimal genutzt und es kann im Vergleich zum Stand der Technik entweder mit Leuchten geringerer Leistung gearbeitet werden, oder bei gleicher Leistung eine höhere Bildhelligkeit erzielt werden.

Polarisierende Strahlteilerwürfel, die 90% des eintretenden Lichtes in linear polarisierte Einzelkomponenten zerlegen, sind beispielsweise auf Seite 88 in dem Buch von Dr. Hugo Anders mit dem Titel: "Dünne Schichten für die Optik", erschienen 1965 bei der Wissenschaftlichen Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, beschrieben. Die angegebenen Werte für Transmission und Reflexion lassen sich durch eine Entspiegelung der Flächen des Strahlteilers noch verbessern. Auf separate Polarisatoren im Beleuchtungsstrahlengang und Analysatoren im Beobachtungsstrahlengang, wie das die zum Stand der Technik genannten Aufbauten vorsehen,

kann daher ohne Einbuße in Bezug auf die Relexminderung verzichtet werden.

Aufgrund der Verwendung nur einer Lampe für die Beleuchtung kann an der  
5 der Lampe abgewandten Seite des Stereomikroskops, also hinter dem Ausgang des zweiten Strahlteilers, eine zusätzliche Projektionseinheit zur Überlagerung des Zwischenbildes mit Zusatzzeichen, Skalen u.ä., oder ein Phototubus angeflanscht werden. Für die Einspiegelung der Projektionseinheit in beide Beobachtungsstrahlengänge wird dann der gleiche  
10 polarisierende Strahlteiler verwendet, der bereits zur Einspiegelung der Beleuchtung dient.

Die Strahlteiler und die  $\lambda/2$ -Platte können zweckmäßig zu einem Bauteil  
zusammengekittet werden, wodurch Justierprobleme vermieden und die Zahl  
15 der Glas-Luftflächen verringert sind.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung finden sich in den Unteransprüchen und werden nachstehend anhand der Fig. 1-3 der beige-  
fügten Zeichnungen näher erläutert.

20

Fig. 1 ist eine Prinzipskizze, die den wesentlichen Teil der Optik  
eines mit dem erfindungsgemäßen Beleuchtungssystem ausgerüsteten Stereomikroskops zeigt;

25 Fig. 2 zeigt eine modifizierte Ausführungsform der die Strahlteiler  
enthaltenden Optik der Fig. 1;

Fig. 3 ist die Prinzipskizze der Optik eines weiteren Ausführungsbeispiels der Erfindung.

30

Das in Fig. 1 dargestellte Stereomikroskop besitzt ein gemeinsames  
Hauptobjektiv 1 für beide Stereokanäle A und B, von denen das Objektiv  
1 exzentrisch durchsetzt wird. Dahinter ist ein mit Hilfe einer nicht  
dargestellten Handhabe umschaltbarer Vergrößerungswechsler angeordnet,  
35 dessen Optiken mit 2a und 2b bezeichnet sind. Ein Paar Tubuslinsen 3a  
und 3b dienen zur Erzeugung des vom Beobachter wahrgenommenen Zwischen-  
bildes. Das sich an die Tubuslinsen anschließende Prismensystem zur



Bildaufrichtung und die Okulare des Mikroskops sind in der vereinfachten Darstellung weggelassen.

An das Mikroskop ist seitlich eine Beleuchtungseinrichtung angesetzt, 5 die eine Lichtquelle 4 und einen Kollektor 5 enthält. Die optische Achse der Beleuchtungseinrichtung 4,5 steht senkrecht auf den hinter dem Hauptobjektiv 1 parallel verlaufenden Achsen der beiden Beobachtungskanäle A und B. In jedem Stereokanal ist im telezentrischen Strahlengang zwischen den Optiken 2a und 2b des Vergrößerungswechslers und 10 der Tubuslinse 3 ein polarisierender Strahlteilerwürfel zur Einspiegelung der Beleuchtung eingefügt. An dieser Stelle besitzt das Mikroskop einen freien Durchgang, der die normalerweise voneinander getrennten Stereokanäle A und B miteinander verbindet. In dem Durchgang ist eine sog.  $\lambda/2$ -Platte 7 zur Drehung der Polarisation des hindurchtretenden 15 Lichtes um  $90^\circ$  angeordnet.

Schließlich befindet sich vor dem Objektiv 1 eine sog.  $\lambda/4$ -Platte 9, die linear polarisierendes Licht in zirkular polarisiertes Licht und nach zweimaligem Durchgang wieder in linear polarisiertes Licht umwandelt, 20 wobei dann jedoch die Richtung der Polarisation um  $90^\circ$  gedreht ist.

Die Wirkungsweise der so aufgebauten Auflicht-Hellfeldbeleuchtung ist folgende:

25

Das von der Glühlampe 4 ausgehende Licht wird an der polarisierenden Teilerschicht des ersten Strahlteilerwürfels 6 in seine linear polarisierten Komponenten zerlegt, wobei die senkrecht zur Zeichenebene schwingende Komponente in Richtung auf den Vergrößerungswechsler 2b 30 reflektiert wird und die parallel zur Zeichenebene schwingende Komponente durch den Würfel 6 unreflektiert hindurchtritt. Die letztgenannte Komponente erfährt an der  $\lambda/2$ -Platte 7 eine Drehung ihrer Polarisationsebene um  $90^\circ$ , so daß sie an der ebenfalls polarisationsselektiven Teilerschicht des zweiten Strahlteilerwürfels 8 nunmehr vollständig in 35 Richtung auf das Objektiv 1 reflektiert wird.

Das somit in der gleichen Richtung linear polarisierte Licht der beiden

Beleuchtungsstrahlengänge wird nach dem Durchtritt durch das Objektiv 1 von der  $\lambda/4$ -Platte in gleichsinnig zirkular polarisiertes Licht umgewandelt. Nach Reflexion am Objekt 10 und nochmaligem Durchtritt durch die  $\lambda/4$ -Platte 9 liegt wieder linear polarisiertes Licht vor, dessen 5 Polarisationsrichtung nunmehr aber um  $90^\circ$  gedreht ist, und das die Teilerwürfel 6 und 8 ohne Reflexion in Richtung auf den Beobachter passieren kann. Störendes Reflexlicht von den Linsenflächen des Objektivs 1 bzw. des Vergrößerungswechslers 2a, 2b, das die  $\lambda/4$ -Platte 9 nicht durchsetzt hat, besitzt dagegen eine andere Polarisationsrichtung und 10 wird von den Würfeln 6 und 8 in Richtung auf die Lichtquelle 4 zurückreflektiert und so vom Beobachter ferngehalten.

Anstelle einzelner Strahlteilerwürfel 6 und 8 kann, wie dies in Fig. 2 skizziert ist, ein zusammenhängender Glasblock 11 eingesetzt werden, in 15 den sowohl die polarisierenden Teilerschichten 16 und 18 als auch die  $\lambda/2$ -Platte 17 integriert sind. Dadurch wird die Zahl der Glas-Luftflächen, die unerwünschte Reflexe hervorrufen könnten, vermindert. An die der Lichtquelle 14 für die Auflichtbeleuchtung entgegengesetzte Seite des Blocks 11 ist außerdem eine Projektionseinheit angesetzt, mit deren 20 Hilfe ein von einer zweiten Lichtquelle 12 und dem Kollektor 13 beleuchteter Maßstab 19 über ein Hilfsobjektiv 20 in beide Beobachtungsstrahlengänge eingespiegelt wird. Auch das Licht dieser zweiten Lichtquelle wird optimal genutzt, da das durch die Teilerschicht 18 hindurchtretende Licht der Lichtquelle 12 nach Drehung seiner Polarisations 25 an der  $\lambda/2$ -Platte 17 von der Teilerschicht 16 gleichfalls vollständig reflektiert wird.

In Fig. 3 ist eine an ein Stereomikroskop mit angeflanschem Phototubus angepaßte Auflicht-Hellfeldbeleuchtung dargestellt. Bei diesem Mikro- 30 skop nach Greenough sind die Achsen der beiden Einzelobjektiven 21a und 21b um den Stereowinkel gegeneinander geneigt. Damit bilden sie mit der Achse des Beleuchtungssystems, bestehend aus der Lichtquelle 24 und dem Kollektor 25, einen Winkel, der von den  $90^\circ$  im vorherigen Ausführungsbeispiel abweicht. Die zwischen den Objektiven 21a bzw. 21b und dem 35 Prismensystemen 23a bzw. 23b zur Bildaufrichtung angeordneten, polarisierenden Strahlteiler 26 und 28 sind daher nicht als Würfel ausgebildet, sondern besitzen eine rhombische Form. Zwischen ihnen ist wie im

vorherigen Ausführungsbeispiel eine  $\lambda/2$ -Platte 27 angeordnet, die allerdings schräg gestellt ist, um Reflexe auf der optischen Achse von vornherein zu vermeiden. Natürlich können die Seitenflächen der Strahlteiler 26 und 28 selbst auch geneigt ausgeführt werden, damit Störreflexen an diesen Flächen vermieden sind.

Vor den Objektiven 21 sind zwei separate  $\lambda/4$ -Plättchen 29a und 29b angeordnet, die das hindurchtretende Licht gleichsinnig zirkular polarisieren. In der Wirkungsweise unterscheidet sich diese Beleuchtungseinrichtung nicht von der nach Fig. 1.

Auf der der Lichtquelle 24 entgegengesetzten Seite ist in diesem Ausführungsbeispiel ein Phototubus 22 an das Mikroskop angeflanscht.

Außerdem ist der Strahlteiler 28 aus seiner Position heraus verschiebbar, wie das durch den Pfeil 32 angedeutet ist, und kann durch einen Vollspiegel 31 ersetzt werden, der das vom Objekt 30 kommende Licht aus dem Beobachtungsstrahlengang A in den Phototubus 22 einspiegelt. In dieser Schaltstellung kann das Objekt natürlich nicht binokular im Hellfeld beobachtet werden, wird aber durch die Beleuchtungseinrichtung 20 im Strahlengang B für die photographische Aufnahme beleuchtet.

25

30

35

9.  
- Leerseite -

- 11 -

Nummer:  
Int. Cl.3:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

33 27 672  
G 02 B 21/12  
30. Juli 1983  
14. Februar 1985

Fig. 1

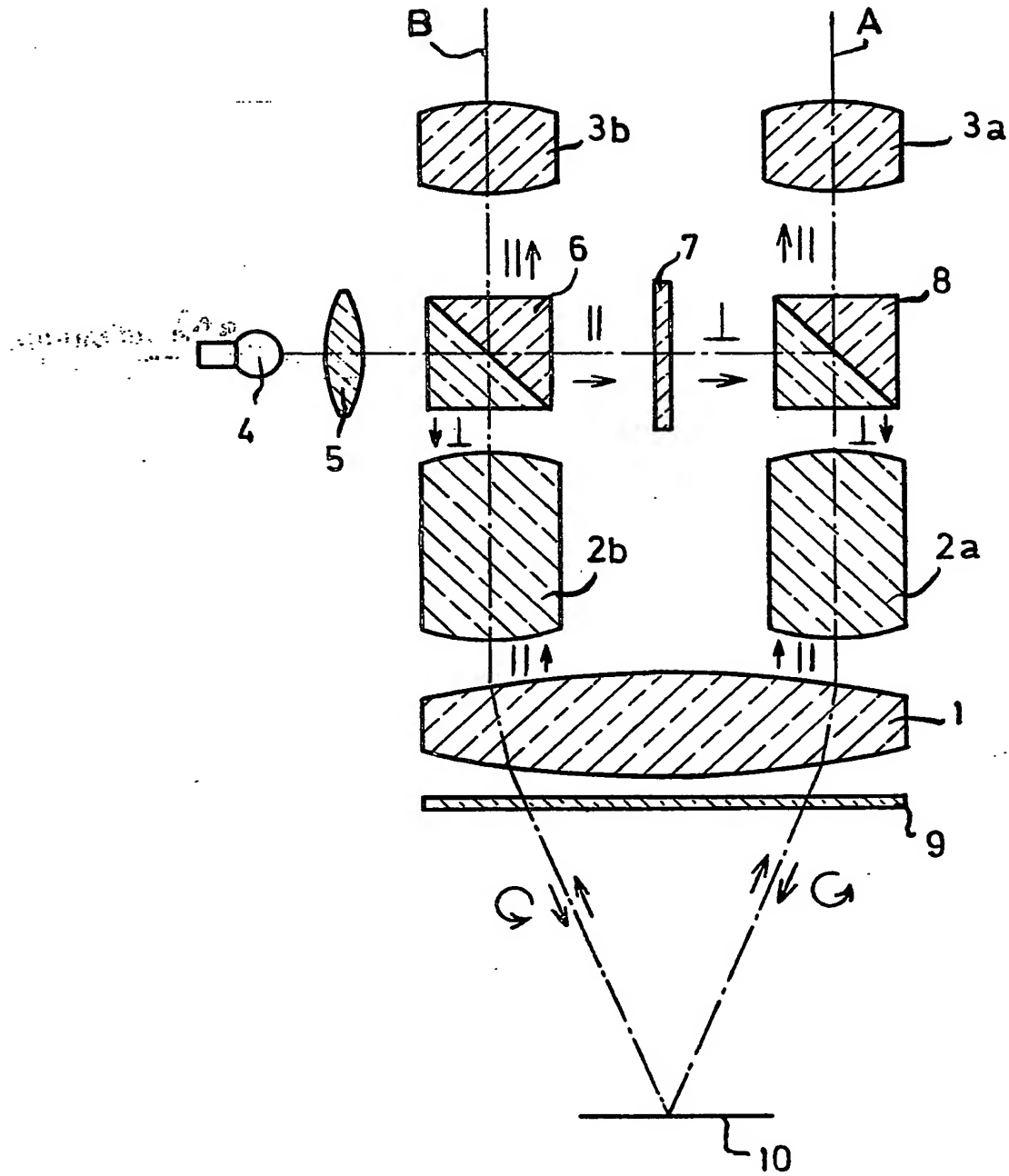


Fig.2

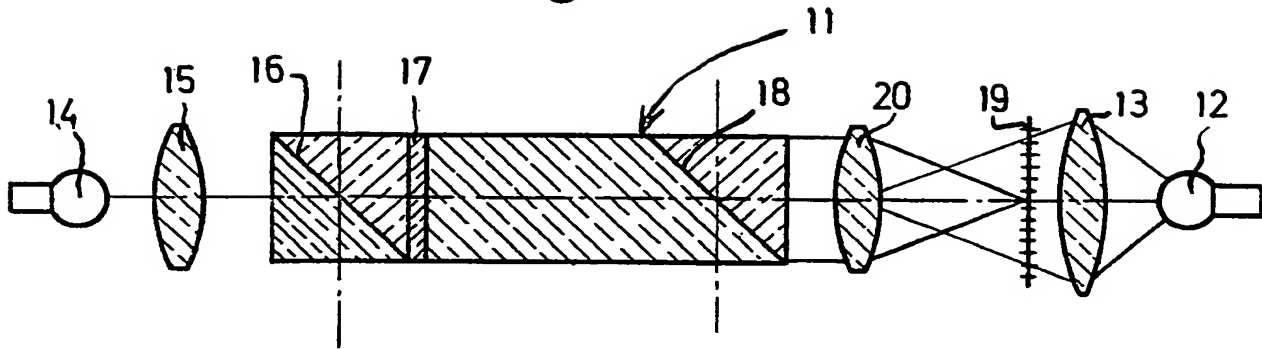
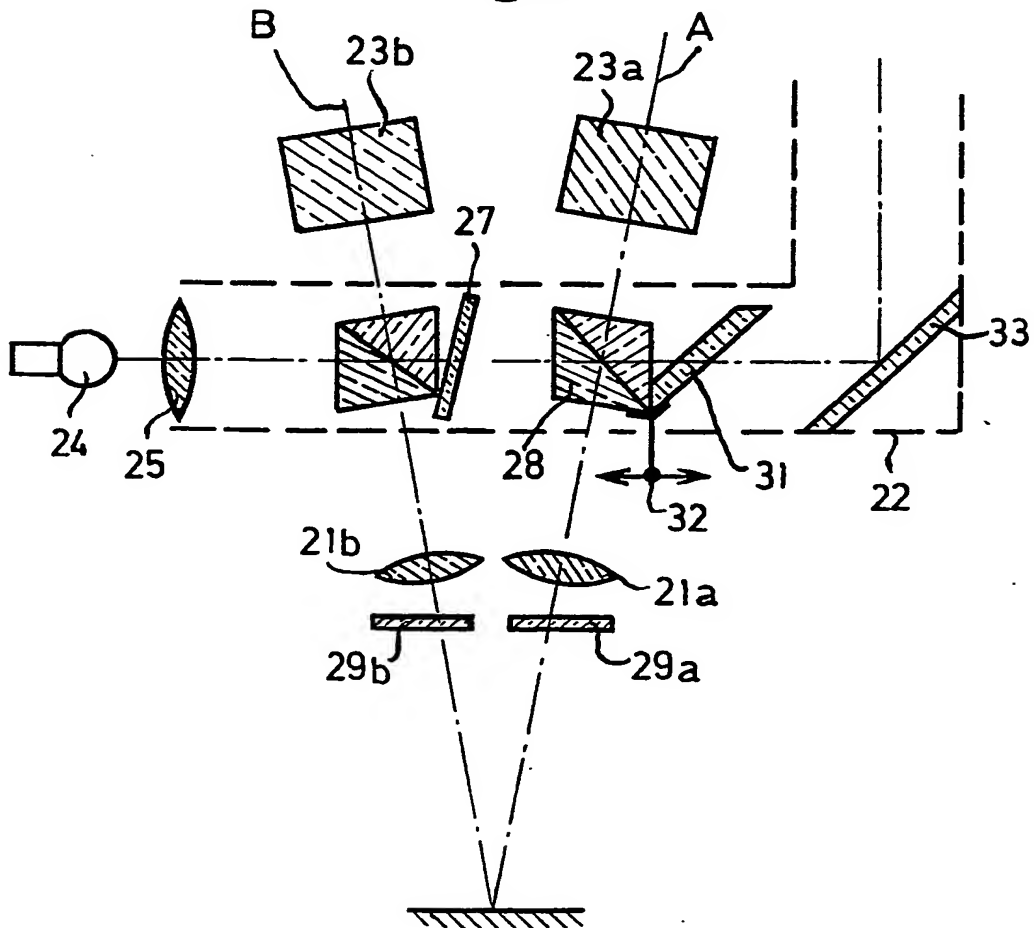


Fig.3



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**

**This Page Blank (uspto)**